

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

05/8111 ②

(11)Publication number : 07-332881

(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(51)Int.Cl. F28D 15/02

(21)Application number : 06-160490

(71)Applicant : AKUTORONIKUSU KK
AKACHI HISATERU

(22)Date of filing : 09.06.1994

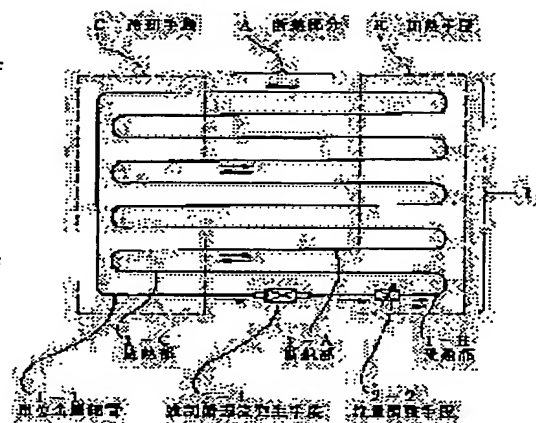
(72)Inventor : AKACHI HISATERU

(54) LOOP TYPE ZIGZAG CAPILLARY HEAT PIPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to enhance the heat transmission efficiency of zigzag small-sized heat pipes by installing a forced circulation flow generation means to a thermal insulating part of a unit capillary or its extended part which constitutes a heat pipe.

CONSTITUTION: A forced circulation flow generation means 2-1, which forces a hydraulic liquid to generate a circulation flow, is installed to as an insulated part 1-A of a specified unit metallic capillary 1-1 of groups of unit metal-made capillaries 1-1 which constitute a loop type zigzag capillary 1 or its extended part. A static pressure drops from the inner wall surface of a heat receiving part 1-H of every unit metal small-sized pipe by a forcibly circulated convection flow of the hydraulic liquid. This static pressure drop activates dramatically a nuclear boiling up in the heat receiving part 1-H, thereby increasing the generation of vapor foam dramatically in quantities and volumes. In addition, the convection of the hydraulic fluid facilitates the transfer of generated vapor foam groups directed at a heat discharge part 1-C. This further activates the generation of vapor foams and further activates the nuclear boiling up and the generation of vapor foams in the heat receiving part 1-H as well.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	16.02.1995
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	09.09.1997
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3158267
[Date of registration]	16.02.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	09-16732
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	07.10.1997
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-332881

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)IntCl.⁶

F 2 8 D 15/02

識別記号

E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数5 書面 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-160490

(22)出願日 平成6年(1994)6月9日

(71)出願人 000101086

アクトロニクス株式会社

神奈川県伊勢原市沼目4丁目1番10号

(71)出願人 000198949

赤地 久輝

神奈川県相模原市上鶴間5丁目6番5-603

(72)発明者 赤地 久輝

神奈川県相模原市上鶴間5丁目6番5-603

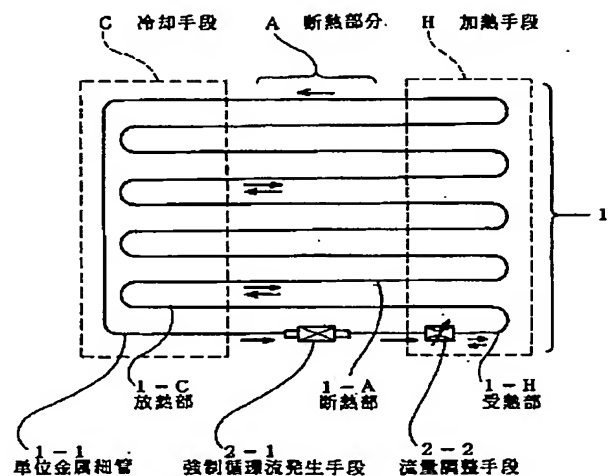
(54)【発明の名称】 ループ型蛇行細管ヒートパイプ

(57)【要約】

【目的】 作動液の軸方向振動により熱量を輸送するよう構成されてある、蛇行細管ヒートパイプの軸方向振動をより一層活発ならしめて性能を改善し同時に、長距離の熱輸送時、大ヘッド差に於けるトップヒート熱輸送時、放熱部過冷却条件に於ける熱輸送時、低温度差及び微小入力条件に於ける熱輸送時、に於ける作動を確実にならしめる。

【構成】 ヒートパイプを構成する単位細管の複数の断熱部またはその延長部に循環流発生手段を設け作動液を一定方向に循環させるようにした。

【効果】 作動液の流れにより細管内壁面が減圧され核沸騰の発生が激しくなり、これにより軸方向振動が大幅に活発化され、目的を完全に達成することが出来た。流速の調整により放熱性能を制御することも可能になった。更にジュールトムソン効果の利用も可能になった。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 蛇行細管ヒートパイプを構成する金属細管の内径は、その中に封入される作動液が、その表面張力により発生する凝集力により、封入量が微量であっても常に管内を充填閉塞せしめ、細管ヒートパイプの保持姿勢の如何に拘らずその状態のままで管内を移動するよう十分に細径化された内径であって、そのような長尺細管が、所定の位置に配置されてある加熱手段と所定の位置に配置されてある冷却手段との間に於て、加熱手段にて熱量を吸収しつつ反転して断熱部分を経て冷却手段に向かい、また冷却手段にて熱量を放出しつつ反転して断熱部分を経て加熱手段に向かい、このような反転蛇行を多数回繰り返して、夫々に受熱部と断熱部と放熱部とを有する多数の単位金属細管の直列連結体である蛇行細管として形成されてあり、この蛇行細管の両端末が所定の手段により流通自在に且つ気密に連結されてループを形成してなるループ型蛇行細管がヒートパイプ用密閉コンテナとして適用され、この密閉コンテナ内が高真空に排気された状態で、所定の二相凝縮性作動液の所定量が封入されてヒートパイプとして構成されてあるループ型蛇行細管ヒートパイプに於て、ループ型蛇行細管コンテナの所定の単位金属細管の断熱部または断熱部が延長された部分に、作動液に所定の方向の循環流を発生せしめる強制循環流発生手段が設けられてあり、この強制循環流発生手段は作動液蒸気の臨界温度前後の飽和蒸気の高圧に耐えて、ループ型蛇行細管コンテナの完全気密性を長期に亘り維持せしめることの可能な構造の手段であり、強制循環流の流れ方向は放熱部から強制循環流発生部を経て受熱部に向かう方向であることを特徴とするループ型蛇行細管ヒートパイプ。

【請求項 2】 ループ型蛇行細管コンテナの所定の単位金属細管の断熱部に作動液循環流の流量調整手段が設けられてあることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型蛇行細管ヒートパイプ。

【請求項 3】 ループ型蛇行細管ヒートパイプは、所定数の単位金属細管が直列に連結されて一連の単位ユニットとされてある非ループ型蛇行細管ヒートパイプユニットの複数ユニットの並列集合体として構成されてあり、各非ループ型蛇行細管ヒートパイプユニットの作動液供給側端末と作動液排出側端末とは夫々に作動液供給ヘッダと作動液排出ヘッダとに気密に連結されてあり、各々のヘッダはループ型細管ヒートパイプの放熱部の放熱手段の作用の妨げにならない位置に配設されてあり、夫々のヘッダは連結管により相互に連結されてあり、この連結管は作動液の循環ループの構成要素の一要素として、非ループ型蛇行細管ヒートパイプユニットの並列集合体、強制循環流発生手段及び流量調整手段等と共に、作動液の循環流路のループを形成し、これらは全体としてループ型蛇行細管ヒートパイプとして構成されてあることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型蛇行細管ヒ-

ートパイプ。

【請求項 4】 ループ型細管ヒートパイプに於ける作動液循環流路の複数の単位金属細管の作動液の流れの受熱部に近接した上流側の所定の部分に、または複数の単位金属細管の受熱部を挟みその上流側及び下流側の両側の所定の部分に、逆止弁が配設されてあり、逆止弁の作動液循環流に対する規制方向はループ型細管ヒートパイプの作動液循環流発生手段による作動液の流れ方向と同一であることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型蛇行細管ヒートパイプ。

【請求項 5】 ループ型細管ヒートパイプの複数の単位金属細管の受熱部の作動液流入口に近接する前後何れかの小部分に於て、コンテナの内径が急激に絞られて極細径化せしめられてあり、単位金属細管内径に対する絞り内径の縮小比率に逆比的に対応して作動液の強制循環流発生手段の循環圧力が増圧せしめられてあることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型蛇行細管ヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明はヒートパイプの構造に関するもので、特に蛇行細管ヒートパイプの適用範囲の拡大及び機能の向上に有効な付加手段が設けられてある新規な構造のループ型蛇行細管ヒートパイプに関する。

【0002】

【従来の技術】 特公平 6-3354 号（ループ型細管ヒートパイプ）、特開平 4-190090 号（ループ型細管ヒートパイプ）、特開平 4-251189 号（マイクロヒートパイプ）及び特願平 5-241918 号（プレート形ヒートパイプ）の 4 件の相互に関連する出願で発明に代表される蛇行細管ヒートパイプの各種応用製品は、従来の冷却技術や従来のヒートパイプ技術では実現が全く不可能であった小型軽量化及び高性能化を可能にすることにより、従来では果たし得なかった新しい分野の冷却手段としてその適用範囲を拡大しつつある。

【0003】 上述のループ型蛇行細管ヒートパイプの中で作動原理として総ての基本となる構造は特開平 4-190090 号に係る構造であって、その構成を図 2 に示す。図に於ては図面簡略化のため細管は線図により示されてある。図 2 に於て構成素材である金属細管の内径は、その中に封入される作動液 3 が、その表面張力により発生する凝集力により、封入量が微量であっても常に管内を充填閉塞せしめ、細管の保持姿勢の如何に拘らずその状態のままで管内を移動するよう十分に細径化された内径であって、そのような長尺細管が、所定の位置に配置されてある加熱手段 H と所定の位置に配置されてある冷却手段 C との間に於て、加熱手段 H にて熱量を吸収しながら反転して断熱部分 A を経て冷却手段 C に向かい、冷却手段 C にて熱量を放出しながら反転して断熱部分 A を経て加熱手段 H に向かい、そのような反転蛇行を

多数回繰り返して、夫々に受熱部 1-H と断熱部 1-A と放熱部 1-C とを有する多数の単位金属細管 1-1 の蛇行直列連結体である蛇行細管として形成されており、この蛇行細管の細管の両端末が所定の手段により流通自在に且つ気密にループ状に連結されてなるループ型蛇行細管 1 がヒートパイプ用密閉コンテナとして適用され、この密閉コンテナ内が高真空に排気された状態で、所定の二相凝縮性作動液の所定量が封入されてループ型蛇行細管ヒートパイプとして構成されてある構造。

【0004】このように構成されてあるループ型蛇行細管ヒートパイプは作動が停止し保存状態にある時または作動状態にある時は図 3 に示されてあるような状態になっている。保存状態とは云え蛇行細管ヒートパイプは周囲温度により不活発ながら作動を継続し、常に作動液 3 の蒸気泡 3-1 の群を発生し、コンテナ内は蒸気泡 3-1 の群と液滴 3-2 の群により充滿されてある。即ちループ型蛇行細管ヒートパイプの多数の受熱部 1-H 内の核沸騰で発生した蒸気泡 3-1 の群は細管内を自ら移動してループ型蛇行細管 1 の全コンテナ中に分散され蒸気泡 3-1 の群と液滴 3-2 の群が交互に配置された状態になる。各蒸気泡 3-1 は受熱部 1-H の温度に対応した飽和蒸気圧を示し、受熱部 1-H で発生する核沸騰の圧力波に敏感に反応して膨張収縮する状態になっている。また蒸気泡 3-1 は放熱部 1-C 内に於て次第に凝縮縮小しながら、順次発生する新規な且つ圧力の高い蒸気泡 3-1 により順次推進されて受熱部 1-H から放熱部 1-C の先端に向かって緩やかに移動する。各蒸気泡 3-1 は移動しながら凝縮してその容積が変化し受熱部 1-H 内で最大容積であり、放熱部 1-C の最終端で最小容積となる。従って細管内に於ける作動液 3 の分布状態は受熱部 1-H に於て気相リッチであり放熱部 1-C に於て液相リッチになっている。

【0005】このように構成されてあるループ型蛇行細管ヒートパイプの単位金属細管 1-1 の群の所定の部分の群を受熱部 1-H の群とし、所定の加熱手段 H に依り熱量を吸収せしめ、残余の部分の群の所定の部分の群を放熱部 1-C の群とし、冷却手段 C により熱量を放熱せしめれば、蛇行細管ヒートパイプは従来型のヒートパイプには類例のない独特の作動状態になる。その作動状態は以下の如くである。ループ型蛇行細管ヒートパイプを構成する全ての各単位金属細管 1-1 に於て、その全ての受熱部 1-H の群内の作動液 3 は熱吸収に依り核沸騰状態になり断続した高圧蒸気泡 3-1 の群を順次に発生する。蒸気泡 3-1 の断続現象は蒸気泡 3-1 の急激な断熱膨張に依り受熱部 1-H 内に瞬時の温度降下を引き起こすことに依り発生する。高圧蒸気泡 3-1 の発生の断続は各単位金属細管 1-1 内の作動液 3 内に強力な圧力波を発生せしめる。この圧力波の群は夫々の単位細管 1-1 に留まらず細管コンテナの全ループの作動液内を順逆両方向に向かって伝播して駆けめぐり、全ループ

内で相互に衝突し、相互に助長し合ったり相互に打ち消し合ったりして、全細管コンテナ内の気相作動液（気泡 3-1）に膨張収縮の振動を発生せしめる。この振動は全細管コンテナ内の気相作動液（気泡 3-1）及び液相作動液（液滴 3-2）に激しい軸方向振動を発生せしめる。この振動エネルギーの強さは受熱部 1-H に加わるエネルギーの強さ及び受熱部 1-H と放熱部 1-C の間の温度差の大きさに正確に依存する。またループ型蛇行細管ヒートパイプに於ては、作動中の保持姿勢、ループ内に於ける受熱部 1-H と放熱部 1-C の距離の遠近、ループ上に於ける周囲温度の不均衡等によりコンテナ内には内圧の不均衡が発生するので作動液全体としては、ループ内の抵抗の少ない方向に向かって緩やかに循環する。

【0006】この気相作動液及び液相作動液の軸方向振動はループ型蛇行細管ヒートパイプに強力な熱輸送機能を生じせしめ、熱量は受熱部 1-H から放熱部 1-C に向かって活発に輸送される。この際の熱移動は作動液の振動及び移動時にループ型蛇行細管コンテナの内壁表面に自ら形成される作動液 3 の流れの境界層の仲介に依りなされる。このように作動液 3 の軸方向振動が効率的に熱量を輸送することの基本的な原理の説明はドリームパイプと通称されるフロリダ大学の発明、特公平 2-35239 号に詳述されており、また添付書類にも詳述されてあるので本説明では省略する。

【0007】このようなループ型蛇行細管ヒートパイプの熱輸送能力は極めて強力であり、また従来のヒートパイプの如くその性能が重力に影響されることが少ないので従来のヒートパイプに類例の無い優れた各種の機能を発揮する。特に各種機器用放熱器の分野に於ては、如何なる適用姿勢でも性能が悪化しない即ちトップヒートモードでも良好な熱輸送性能を発揮する如き蛇行細管ヒートパイプ独特の特性、及び従来技術では製作不可能であった厚さ 2mm 以下の如き薄型プレートヒートパイプの構成を可能にする機能、等は従来型のヒートパイプに比較して機器設計上の自由度を大幅に拡大させるものとして広く業界の注目を浴びつつある。

【0008】更に外径 5mm 以下の細管からなるその構造は自在に屈曲せしめて適用することを可能にするだけでなく、細管の優れた強制対流熱伝達率は、フィン群を装着すること無くそのまま強制対流放熱部を形成することを可能ならしめ、従来型のヒートパイプを適用した機器用放熱器に比較して、容積比で 1/2、重量比で 1/3 の如き小型軽量化された機器用放熱器の構成を可能にする等の優れた長所も兼ね備えておりその市場が拡大しつつある。

【0009】然し半導体応用技術の近來の発展は益々目覚ましく、それに起因する業界の冷却技術に対する要望も益々厳しくなり、更なる小型軽量化に加えて更なる高機能化、更なる大容量化が望まれつつある。本発明は前

述 4 件の出願中特許の応用であって、既に商品化されているそれら出願中特許に係るループ型蛇行細管ヒートパイプの機能を更に改善せしめて業界の要望に応えることを目的としている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ループ型蛇行細管ヒートパイプはその優れた小型、軽量、高機能にも拘らず、以下の如き問題点が残されていた。

(1) 受熱部 1-H と放熱部 1-C の間の距離が数メートル以上の如く余りに長大に構成されたループ型蛇行細管ヒートパイプの場合には細管の管内圧力損失の増加に起因し、作動液 3 の軸方向振動の発生源である作動液の核沸騰の圧力波が減衰し、従って軸方向振動も減衰し、これに因る熱輸送能力の低下が避けられなかった。

【0011】(2) ヘッド差数メートル以上の如くヘッド差の大きいトップヒートで適用されるループ型蛇行細管ヒートパイプの場合には管内作動液のヘッド差に依る重力方向圧力が増加し更に長尺化に依り管内圧力損失が増加し、これらに起因して熱輸送能力の発生源である作動液の軸方向振動が困難になり、熱輸送能力が低下することが避けられなかった。

【0012】(3) 受熱部 1-H の長さと比較して放熱部 1-C の長さが余りに長大であったり、放熱部 1-C の冷却用強制対流が余りに低温度であった場合、また受熱部 1-H の長さが余りに短く、または受熱熱量が余りに少なく核沸騰による蒸気発生量が不足した場合、等に於て放熱部 1-C 内に於ける作動液蒸気泡 3-1 の大部分が凝縮し消滅することに因り、放熱部 1-C 内の作動液 3 の殆どが液相となり、放熱部 1-C 内の作動液 3 の圧縮性の多くが失われ、また放熱部 1-C 内の管内圧力損失が増加すること等に起因して、熱輸送能力の発生源である作動液 3 の軸方向振動が困難になり、熱輸送能力が低下することがあった。

【0013】(4) 細長いループ型蛇行細管ヒートパイプに於て一か所の放熱部 1-C に対し複数の受熱部 1-H が夫々の間に断熱部 1-A が介在せしめられて直列に配置せしめられてある場合、例えば単一の蛇行細管ヒートパイプにより同一機器筐体内の複数の発熱素子の冷却を実施する如き場合、各受熱部 1-H に於ける核沸騰により発生した圧力波が相互に干渉し合って異状に熱輸送性能が低下する場合がある。

【0014】(5) ループ型蛇行細管ヒートパイプの適用に際して、受熱部 1-H の温度上昇に上限があったり、温度降下に下限があったりする場合は、熱輸送性能を自在に制御する機能が必要になる場合がある。然しこのような機能を与えることは、ループ型蛇行細管ヒートパイプに限らず総てのヒートパイプにとって、その作動原理から基本的に困難なものであり、止むを得ない場合には放熱部 1-C の冷媒流体の強制対流流速を加減して実施することがある。このような手段に依る熱輸送性能

の制御、即ち受熱部 1-H の温度制御は多段階の伝熱経路を介した極めて間接的な温度制御となり、応答速度が極めて遅く実用性に乏しいものであった。

【0015】(6) ループ型蛇行細管ヒートパイプは二相凝縮性作動液 3 の軸方向振動に依る熱輸送であるから、従来型ヒートパイプの二相凝縮性作動液の相変化のみに依る熱輸送と比較して作動原理的に熱応答性が若干低下することは免れない。然し用途に依ってはループ型細管ヒートパイプの卓越した各種特性と従来型ヒートパイプの優れた熱応答性の両特性を兼ね備えた性能を発揮せしめることが必要になる場合がある。本発明は上述の如き問題点の全てを解決してループ型蛇行細管ヒートパイプに卓越した新規な機能を付与せんとするものである。

【0016】

【課題を解決する為の手段】前述の如く【発明が解決しようとする課題】の発生要因の大半は作動液の軸方向振動の減衰に因る熱輸送能力の低下である。本発明の【課題を解決する為の手段】はループ型蛇行細管ヒートパイプの細管コンテナ内作動液を強制循環せしめることに因り、作動液の核沸騰を活発ならしめ、これにより作動液の軸方向振動を活発ならしめ、同時に作動液の軸方向振動の実質的な振幅を拡大せしめて、熱輸送能力を大幅に増大せしめることにあり、また同時にその熱応答性をも大幅に改善しようとするものである。

【0017】ループ型コンテナ内の作動液を強制循環せしめることは大型大容量の所謂分離型ヒートパイプで実用されている。然しこのような従来の分離型ヒートパイプの場合はヒートパイプとしての作動原理がまったく異なり、従って作動液強制循環の目的及びその作用は全く異なるものである。図 4 に例示する如き分離型ヒートパイプは、機器装置の構成上蒸気発生器 4 と凝縮器 5 を隔離し分離せざるを得ない場合、蒸気発生器 4 が余りに大容量であったり高温高压であって、蒸気凝縮器 5 と近接して配置することが困難な場合等に適用される。分離型ヒートパイプはループ型蛇行細管ヒートパイプの如く作動液 3 が自ら振動を発生して熱量が自ら移動する如き機能を有しないから、作動液 3 を強制的に循環せしめる必要がある。更に蒸気発生器 4 と蒸気凝縮器 5 を連結する作動液供給管 7 と作動液戻り管 8 は夫々一本のみであるから、それぞれの管で大量の作動液 3 を循環せしめる必要があり、作動液 3 の循環の為には強力で容量の大きな循環ポンプ 6 を使用せざるを得ないものであった。分離型ヒートパイプに於ける作動液 3 の強制循環は蒸気発生器 4 に作動液を送り込むことが主目的であり、本発明に係る作動液 3 の強制循環とはその目的も作用効果も全く異なるものであり、本発明の発想に当たって参考にする点は無く寄与する所も無い。

【0018】本発明に於ける作動液 3 の強制循環は、分離型ヒートパイプの如く単純な強制循環を意味するもの

ではなく、その目的とする所は各单位金属細管 1-1 の受熱部 1-H の内壁表面と作動液 3 の流れの境界層との間に於いて、流速に因る圧力降下を発生せしめることに有る。このような各单位細管 1-1 の内壁面上の圧力降下は作動液蒸気泡 3-1 の急速大量の発生を可能にし、各单位金属細管 1-1 の内壁面上の核沸騰の発生を大幅に活発化せしめる。蛇行細管ヒートパイプに於けるこのような各单位金属細管内の核沸騰の活発化は、各单位金属細管 1-1 の各受熱部 1-H に於ける熱量吸収を促進せしめると共に放熱部 1-C の中に送り込まれる蒸気泡 3-1 の群の数及び量を増加せしめ、液相リッチになっていた各放熱部作動液 3 の気相分を大幅に増加せしめ気相リッチに変化せしめる。このことは放熱部内作動液の圧縮性及び弾力性を増加せしめ、細管コンテナの全ループ内に於ける気相作動液の軸方向振動と液相作動液の軸方向振動の活発化を促すもので、作動液 3 の潜熱熱輸送と顕熱熱輸送の双方の熱輸送を共に拡大増幅させることになる。更に作動液 3 の急速な流れは作動液 3 の軸方向振動の実質的な振幅拡大となり、軸方向振動に因る熱伝達の主要な役目を勤める流れの境界層の実質的な表面積拡大となり軸方向振動に因る熱輸送能力を大幅に増大せしめる。

【0019】〔課題を解決する為の手段〕の具体的な且つ基本的な構成としては図 1 に例示の如く実施する。図 1 は後述の第一実施例の説明図を兼ねている。図に於ては〔従来の技術〕の説明に記載の、また図 2、図 3 に例示の蛇行細管ヒートパイプの基本構成に於て、ループ型蛇行細管コンテナを構成する単位金属細管 1-1 の群の所定の単位金属細管 1-1 の断熱部 1-A または断熱部 1-A が延長された部分に、作動液 3 に所定の方向の循環流を発生せしめる強制循環流発生手段 2-1 を設ける。この場合この強制循環流発生手段 2-1 は適用する作動液 3 の蒸気の臨界温度前後の飽和蒸気の高圧にも耐えて、ループ型蛇行細管コンテナの完全気密性を長期に互り維持せしめることの可能な構造である必要があり、これに依り本発明のループ型蛇行細管ヒートパイプの長期寿命が保証される。また強制循環流の流れ方向は放熱部 1-C から強制循環流発生部 2-1 を経て受熱部 1-H に向かう方向である必要がある。流れ方向が逆方向の場合は強制循環流発生手段 2-1 の中に受熱部 1-H で発生した多量の作動液蒸気 3-1 が流入して循環効率が大幅に低下する。

【0020】通常の強制循環流発生手段 2-1 はその流量流速をある程度加減することができるものが多く、ループ型蛇行細管ヒートパイプの熱輸送性能をある程度制御することが出来るが、熱輸送性能を大幅かつ精密に制御する必要がある場合は上述の強制循環流発生手段 2-1 に併設して、蛇行細管コンテナの所定の単位金属細管 1-1 の断熱部 1-A または断熱部 1-A の延長部分に作動液 3 の強制循環流の流量調整手段 2-2 を設ける。

【0021】

【作用】上述の如き問題点解決の為の手段を実施することにより次の如き各種の作用が発揮される。

(1-1) 作動液 3 の強制循環の対流により総ての単位金属細管 1-1 の受熱部 1-H に於てその内壁面上の静圧が降下する。その静圧降下により受熱部 1-H 内に於ける核沸騰が大幅に活発化され、蒸気泡 3-1 の発生が数的にも量的にも大幅に増加する。また発生した蒸気泡 3-1 の群の放熱部 1-C に向う移動も作動液 3 の強制循環の対流により容易である。このことは蒸気泡 3-1 の発生を更に活性化せしめ、それらの相乗効果により受熱部 1-H 内に於ける核沸騰及び蒸気泡 3-1 の発生は更に活発化される。

(1-2) 放熱部 1-C の内部に於ける蒸気泡 3-1 の群が著しく増加し、放熱部 1-C の内部の作動液 3 は気相リッチになり、その圧縮性及び弾性が著しく改善される。

(1-3) (1-1) 項 (1-2) 項の相乗効果によりループ型蛇行細管ヒートパイプの全コンテナ内の総ての蒸気泡 3-1 及び液滴 3-2 の軸方向振動は作動液 3 が強制循環せしめられない場合に比較して極めて大幅に活発化せしめられて、熱量輸送能力は大幅に増強されると共に熱量輸送感度も大きく改善される。このような作動液の軸方向振動による熱輸送はそれのみでも極めて強力なものに改善されるが、作動液 3 の循環はその軸方向振動による熱伝達を増強させるだけでなく、循環対流による作動液と細管内壁の間の対流熱伝達率の増加も付加せしめられるので本発明のループ型蛇行細管ヒートパイプの熱輸送能力は更に強力なものとなる。

【0022】(2) ループ型蛇行細管ヒートパイプ及び従来型ヒートパイプの何れもそれらの作動原理から基本的にそれらの熱輸送能力を自在に制御することは極めて困難である。上述の問題点解決の手段を実施すれば、作動液 3 の流量流速を制御することにより熱輸送能力の自在な制御が可能になる。

【0023】(3) 特公平 6-3354 号 (ループ型細管ヒートパイプ) は作動液の振動を逆止弁の作動によって所定の方向のみに制御することにより作動液を所定の方向に循環せしめるよう構成されてあることを特徴としている。このループ型細管ヒートパイプはその作動を液相作動液の循環推進の面からのみ考えれば、逆止弁と作動液の沸騰との組合わせからなる一種の流体ポンプであると云える。特公平 6-3354 号 (ループ型細管ヒートパイプ) では配設される逆止弁の数は限定はしていないが、ループ型細管ヒートパイプとしてのみの機能を発揮せしめる為には数個の配設のみでこと足りるものではあるが、本発明に係るループ型蛇行細管ヒートパイプに於ては出来るだけ多くの単位金属細管 1-1 の受熱部 1-H の作動液 3 の流れの上流側の所定の部分に、または受熱部 1-H を挟みその上流側及び下流側の両側の所

定の部分に逆止弁を配設し、逆止弁の作動液の流れ方向規制方向は作動液 3 の強制循環流発生手段 2-1 と同一であるように構成することにより、ループ型細管ヒートパイプそれ自身を強力な流体ポンプとしての機能を兼ねさせることが出来る。従ってこのように構成することにより本発明に係る作動液 3 の強制循環流発生手段 2-1 を省略または大幅に小容量化せしめることが出来る。

【0024】作動液の種類によっては核沸騰により発生する蒸気圧力が極めて高く、その為に強制循環流発生手段 2-1 の循環圧力が蒸気圧力に負けて強制循環流発生手段 2-1 が作動不能になることがある。この場合には上記の逆止弁が数個配設されるのみで作動液は自ら循環力を発揮して所定の方向に循環する。この循環の理論は特公平 6-3354 号（ループ型細管ヒートパイプ）と全く同様である。この状態では強制循環流発生手段 2-1 は蒸気圧力に影響されることが少なく、順調に循環流を強化せしめることが出来る。

【0025】（４）本発明に係るループ型蛇行細管ヒートパイプの作動液 3 の循環は交互に配置されてある気相作動液（蒸気泡 3-1）と液相作動液（液滴 3-2）の両方の循環である。従ってその気相作動液のみについて考えれば蒸気の加圧循環と云うことになる。本発明の場合単位金属細管 1-1 の受熱部 1-H の入り口付近に於て置いて細管の内径を急激に絞り極細径化せしめ、その上流側に於ける強制循環流発生手段 2-1 の循環圧力を増大強化せしめることにより、この絞り部分通過前の蒸気泡は圧縮縮小され、この蒸気泡は絞り部分通過後は急激な体積膨張をすることになり、この部分はジュールトムソン効果により急激大幅に温度が降下する。多数の単位金属細管 1-1 につきこのように実施すれば受熱部 1-H の群は放熱部 1-C の群による空冷放熱に依る温度降下に加えて更に温度降下せしめることが出来る。この効果の重要なことは通常空冷に於ては空気温度以下に冷却することは不可能であるが、ジュールトムソン効果応用の場合は、空気温度より遥かに低温度に至るまで冷却することが出来ることである。

【0026】

【実施例】

第一実施例 図 1 に本発明の第一実施例を示す。図 1 は問題点解決の基本的構成を示した説明図であるが第一実施例としては強制循環流発生手段 2-1 として電磁ポンプを適用することが望ましい。電磁ポンプは循環推進力発生用流体ポンプとして決して強力なものとは云えない。然し細管内部に何ら機械的作動部分を設けることなく装着することが出来るので、極めて信頼性が高く、ループ型蛇行細管ヒートパイプの高い信頼性を損ねることなく適用することが出来るので本発明の実施に適した流体ポンプであると言える。電磁ポンプは循環推進力が大きく出来ないが逆止弁が多数配設されたループ型蛇行細管ヒートパイプはそれ自身がポンプ作用を有するから必

要な循環推進力が少なくてもよいからこの点でも適合性が良好である。電磁ポンプにはダイヤフラムと逆止弁の併用によって、強力な推進力を発揮するものがある。この型の場合はダイヤフラム及び弁体の材質に留意して高い信頼性を与える必要がある。2-2 は流量調整弁で電磁ポンプの流量制御範囲を超えて大幅な流量制御が必要な場合に配設される。

【0027】第二実施例 図 5 に本発明の第 2 実施例を示す。図面簡略化の為に細管は線図で示してある。本実施例に於てループ型蛇行細管ヒートパイプは、所定数の単位金属細管 1-1 が直列に且つ蛇行して連結されて一連の単位ユニットとして構成された蛇行細管ヒートパイプユニット U の複数ユニット U-1、U-2、U-3 の並列集合体として構成されており、各蛇行細管ヒートパイプユニット U の作動液供給側端末と作動液排出側端末とは夫々に作動液供給ヘッダ 9 と作動液排出ヘッダ 10 とに気密に連結されており、各々のヘッダ 9、10 は各細管ヒートパイプの放熱部 C の放熱手段の作用の妨げにならない位置に配設されており、夫々のヘッダ 9、10 は連結管 11 により相互に連結されており、この連結管 11 は作動液の循環ループの構成要素の一要素として、各蛇行細管ヒートパイプユニット U-1、U-2、U-3 の並列集合体、強制循環流発生手段 2-1 及び流量調整手段 2-2 等と共に、作動液の循環流路のループを形成し、これらは全体としてループ型蛇行細管ヒートパイプ 1 として構成されてある。

【0028】この様に構成されてあるから本実施例のループ型蛇行細管ヒートパイプは如何に大容量化されて単位金属細管 1-1 の本数が増加してもその中の作動液の圧力損失が所定の高さ以上に増加することなく構成することが出来る。またヘッダ 9、10 の直径は大きくすることが出来るから強制循環流発生手段 2-1、流量調整手段 2-2 の作動液出入口と無理なく接続することが出来るとともに、それらの機能を無駄無く引き出して活用することを可能にする。

【0029】第三実施例 図 6 に本発明の第 3 実施例を示す。図 6 はループ型細管ヒートパイプの一部の部分拡大図である。図に於てループ型細管ヒートパイプ 1 に於ける作動液循環流路の複数の単位金属細管 1-1 の受熱部 1-H に近接した作動液流れの上流側の所定の部分に、または受熱部 1-H を挟みその上流側及び下流側の両側の所定の部分に逆止弁 12 を配設し、逆止弁 12 は作動液循環流の流れ方向と同一方向に作動液の流れを規制するよう配設されてあることを特徴としている。このように構成されたループ型細管ヒートパイプ 1 は作動液の軸方向振動及び逆止弁 12 で仕切られて形成される多数の圧力室の相互作用により、ループ型細管ヒートパイプ 1 のすべてが小型流体ポンプの直列接続体として作用するようになる。この作用の詳細は特公平 6-3354 号（ループ型細管ヒートパイプ）に記載されてあるの

省略する。このポンプ作用は強力ではあるが流量が少ないので強制循環流発生手段 2-1 と代替することは出来ないで小型または要領の小さな強制循環流発生手段 2-1 と併用することが望ましい。

【0030】第 4 実施例 図 7 に本発明の第 4 実施例の部分拡大断面図を示す。ループ型細管ヒートパイプ 1 の複数の単位金属細管 1-1 の受熱部 1-H の作動液流入口に近接する前後何れかの小部分に於て、コンテナの内径が急激に絞られて極細径化せしめられてあり、単位金属細管内径に対する絞り内径の縮小比率に逆比的に対応して作動液 3 の強制循環流発生手段 2-1 の循環圧力が増圧せしめられてあることを特徴としている。図に於てはコンテナの内径の絞りに替えて、微小内径のノズル 13 が作り込まれてあるチップ 14 が圧入固定されてある。15 は圧入チップ 14 を機密に固定するための溶接部である。このように構成されてあるループ型細管ヒートパイプ 1 の強制循環流発生手段 2-1 の加圧力を強化せしめて作動せしめれば、微小内径のノズル 13 はジュールトムソン効果を発揮して、受熱部 1-H の温度を大幅に低下せしめる。その場合の温度は放熱部 1-C に吹きつけられる冷却風の温度より遥かに低い温度とすることが出来る。

【0031】

【発明の効果】細管外径 2mm 内径 1.4mm の連続する一本の長尺細管を成形してフィン高さ 80mm、ピン数 105 対の I 字形状ピン群を有する剣山形状放熱器を構成した。その放熱熱抵抗値は風速 3m/s に於て 0.1℃/w であった。この放熱器の蛇行細管の単位金属細管 14 本を 1 ユニットとし 15 ユニットからなる構造として本発明に係る第 2 実施例の剣山形状放熱器を構成して熱輸送能力を測定した。その放熱熱抵抗値は風速 3m/s、循環作動液の流量 0.25l/min、に於て 0.045℃/w と改善された。次に循環作動液の流量のみを増加せしめ 0.5l/min、とした場合の放熱熱抵抗値は 0.025℃/w とさらに改善された。

【0032】本発明は上述の如く蛇行細管ヒートパイプの熱輸送性能を格段に向上せしめることを可能にするもので、放熱器を大型化することなく大容量化を図ることを可能にすると共に下記の如き優れた効果を発揮する。長距離の熱輸送時、大ヘッド差に於けるトップヒート熱輸送時、放熱部過冷却条件に於ける熱輸送時、低温度差及び微小入力条件に於ける熱輸送時、に於ける作動を活発確実ならしめる。更にまた従来のヒートパイプでは不可能であった放熱能力の自在な制御が可能になるのでヒートパイプの応用領域が拡大される。更にジュールトム

ソン効果の利用が可能になり、空冷放熱の場合であっても空気温度以下の低温度に被冷却体を冷却することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の基本構造及び第一実施例を示した説明図である。

【図 2】従来型の蛇行細管ヒートパイプを示した説明図である。

【図 3】従来型の蛇行細管ヒートパイプの作動状態の説明図である。

【図 4】従来型の分離型ヒートパイプの構成を示した説明図である。

【図 5】本発明の第 2 実施例を示した説明図である。

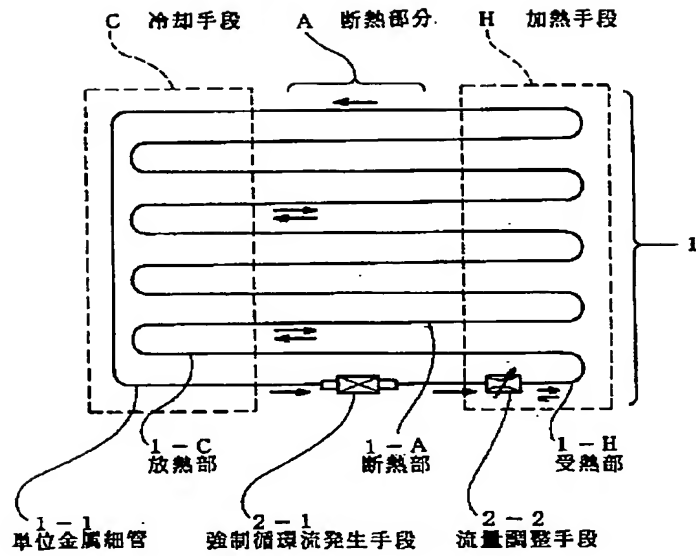
【図 6】本発明の第 3 実施例を示した部分拡大説明図である。

【図 7】本発明の第 4 実施例を示した部分拡大断面図である。

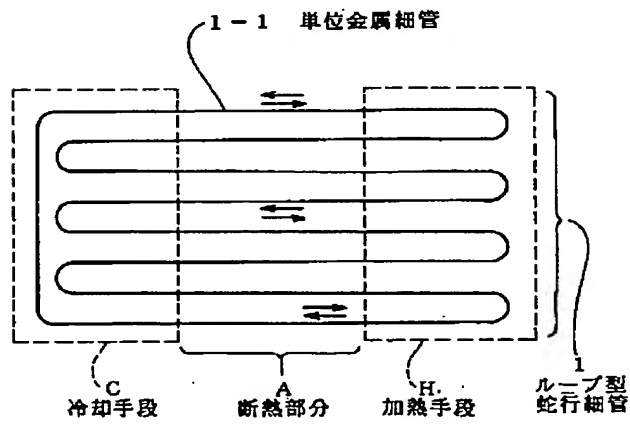
【符号の説明】

A	断熱部分
C	冷却手段
H	加熱手段
1	ループ型蛇行細管
1-1	単位金属細管
1-A	断熱部
1-H	受熱部
1-C	放熱部
2-1	強制循環流発生手段
3	作動液
3-1	蒸気泡
3-2	金属平板
3-3	液滴
3-4	金属平板
4	蒸気発生器
5	蒸気凝縮器
6	ポンプ
7	作動液供給管
8	作動液戻り管
9	作動液供給ヘッダ
10	作動液排出ヘッダ
11	連結管
12	逆止弁
13	微小細径ノズル
14	チップ
15	ろう接部

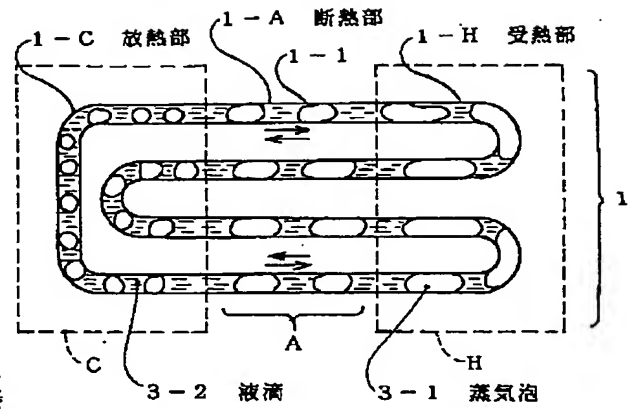
【図1】



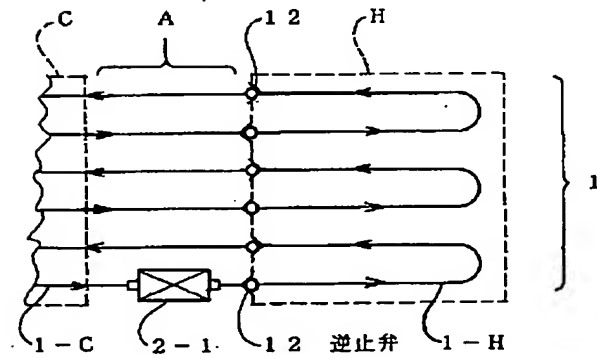
【図2】



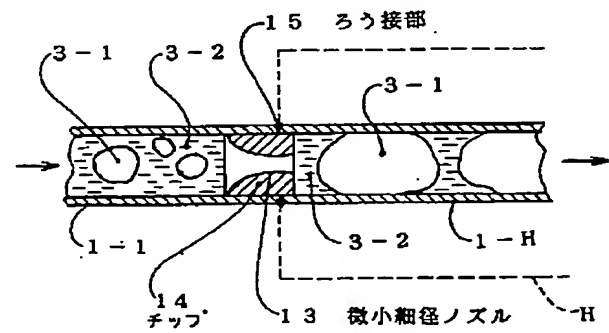
【図3】



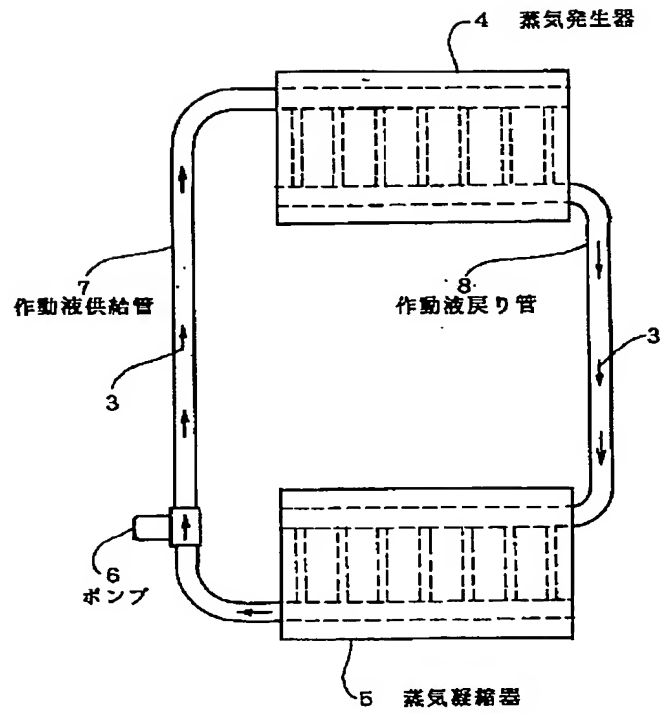
【図6】



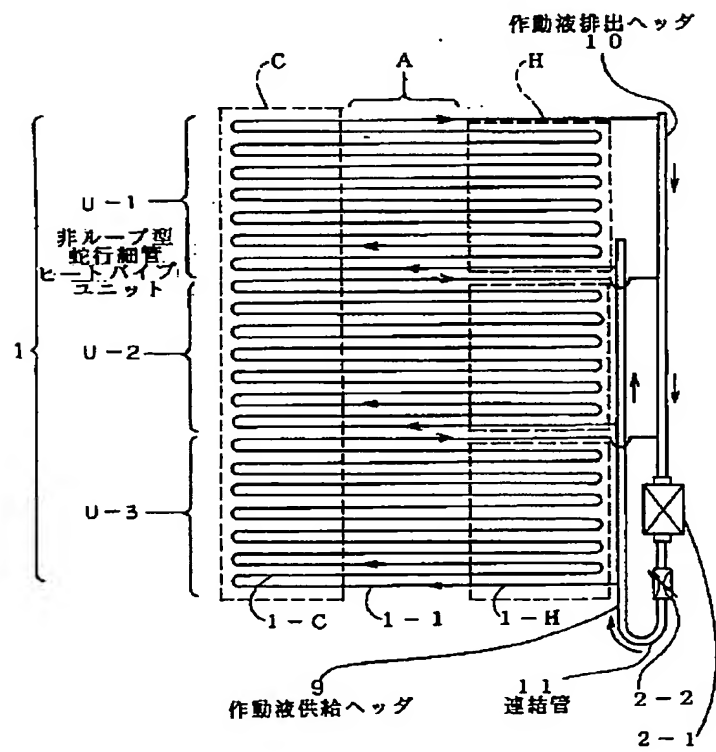
【図7】



【図 4】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.